SULPHUR AND
SULPHURIC ACID:
WHERE IS
CANADA
HEADED?

CANADA

DEPARTMENT OF ENERGY, MINES AND RESOURCES

OTTAWA

Mineral Policy Sector Internal Report
MRI 83/1

SULPHUR AND SULPHURIC ACID
WHERE IS CANADA HEADED?

by

B.W. Boyd
Mineral Policy Sector

July, 1983

Catalogue N°.: M35-2/83-1
ISBN: 0-662-52606-1

ABSTRACT

The challenge in Canada is how to get the blessing from the sulphur in sour gas and metallic sulphide deposits without the sulphur content turning into a curse. In the case of elemental sulphur from natural gas, it can be stored easily and conveniently and the stockpiles in western Canada are known to everyone in the industry; the successful management of the stockpiles requires reliable forecasting to maximize the revenue from sales. For the base metal industry, the chief concern is finding a secure market to take the sulphuric acid on a continuous basis and avoid storage as much as possible. One of the roles of the Canadian government is to provide a strategy for the consideration of provincial governments and industry, based on realistic forecasts which will help industry run efficiently its base metal operations, provide employment, generate capital, maintain favourable trade balances and at the same time protect the environment.

The market forecast for the United States and Canada shows a potential use of existing stockpiles to stabilize internal markets and maintain exports offshore. Government would like to pursue policies which would see the stockpiles managed in such a way as to minimize problems marketing sulphuric acid from non-ferrous smelters. The formulation of a clear strategy and liaison with other governments and industry to coordinate policies consistent with such a strategy are current objectives.

The government is deeply involved in the issue of long range transport of air pollutants, especially the compounds of sulphur. Part of the studies on the problem are concerned with the production and marketing of sulphur-based byproducts of the industries contributing to the loading of sulphur in the atmosphere. The forecasts in this paper will form a part of the framework on which a strategy will be proposed to deal with the disposal or marketing of byproduct sulphur and sulphur compounds.

The purposes of the forecasts are: firstly, to present a most likely case for the market structure and supply balance for sulphur-all-forms in North America and, secondly, to show how the stockpiles in western Canada and the southern United States might be used to meet offshore export commitments.

In Canada, practically all sulphur production is involuntary, and hence independent of the price of sulphur and other market factors. Forecasts of supply therefore depend on the forecasts for the primary products, natural gas, petroleum and base metals. Production is also limited to the production capacities of the various sulphur, sulphuric acid and sulphur dioxide recovery facilities.

The demand for sulphur products in Canada is overshadowed by the large export demand but the distinct market for sulphuric acid and the regional divisions in the market make this issue the most challenging for governments.

CONTENT

SULPHUR AND SULPHURIC ACID MARKET STRUCTURE	1
Canada	1
United States	1
FORECAST SULPHUR DEMAND	2
Canadian Demand	2
FORECAST SULPHUR PRODUCTION	4
Canada	4
United States	5
SULPHUR BALANCE 1981-1991	6
CANADIAN STRATEGIES	7
REFERENCES	9

FIGURE

1	Sulphur-All-Forms Supply/End Use Relationship, 1981	10

TABLES

1	Canada, Forecast Demand Sulphur-All-Forms, 1981-1991 (High Case)	11
2	Canada, Forecast Demand Sulphur-All-Forms, 1981-1991 (Low Case)	12
3	United States, Forecast Demand Sulphur-All-Forms, 1981-1991	13
4	Canada, Production of Sulphur From Natural Gas 1981-1991	14
5	Canada, Production of Sulphur and Sulphuric Acid 1981-1991	15
6	United States, Production of Sulphur and Sulphuric Acid 1981-1991	16
7	Canada, Production Surplus 1981-1991	17
8	United States, Net Demand and Canadian Sulphur Availability 1981-1991	18

SULPHUR AND SULPHURIC ACID MARKET STRUCTURE

Canada

The largest volume flow of sulphur in Canada is from natural gas plants and associated stockpiles to exports offshore, Figure 1. Most of this sulphur is shipped through Vancouver and all is elemental sulphur formed as prills, granules or slates. The largest single market is the United States which receives imports through several customs' ports and mainly, in the form of liquid elemental sulphur. With rationalization of the transport system to Vancouver over the past eight years and the economies introduced by the liquid sulphur transport to the United States, these distribution systems are working well. A certain amount of sulphur is burned in western Canada to produce sulphuric acid. Most of this acid is used in the fertilizer industry but a growing market is in the Saskatchewan uranium industry. The pulp and paper industry also consumes major amounts of sulphur. Sulphur dioxide and sulphuric acid are used in the kraft and bisulphite processes for producing pulp and in the bleaching of the pulp produced.

After natural gas and stockpiles of elemental sulphur the third source of sulphur is smelter gases. Despite past production of elemental sulphur by Inco Limited in Thompson and the current hydrometallurgical programme at Cominco Ltd's Trail smelter, nearly all of the sulphur from Canada's sulphide ores is oxidized to sulphur dioxide and then either released to the atmosphere or recovered as liquid sulphur dioxide or as sulphuric acid. The liquid sulphur dioxide is either converted to sulphuric acid, used by the pulp and paper industry or sold in the United States. The sulphuric acid market is dominated by the fertilizer industry and, although the figures are not collected separately, it is well known that the bulk of the sulphuric acid used in industrial chemicals is for the production of phosphate fertilizer. A detailed, though incomplete, breakdown of sulphuric acid consumption in Canada is available in Government Publications[1,2].

The apparent potential for growth in the principal existing markets is low but there are prospects for expanding the market area in the United States and for more acid utilization for uranium ore processing.

United States

A figure produced by the United States Government[3] shows that, in contrast to the Canadian situation, most of the sulphur produced stays in the country. The largest stream, in the flow diagram, is from Frasch and recovered sulphur through the sulphuric

acid stage to the production of phosphatic fertilizers. In the past, Frasch production, being voluntary, could increase or decrease in response to the demands of the fertilizer sector. However, with an increasing proportion of production coming from involuntary sources, natural gas and petroleum refining, and the depletion of the major sulphur bearing domes, the flexibility in the system to respond to changes in demand is progressively reduced.

FORECAST SULPHUR DEMAND

A demand for sulphur all-forms forecast is used to provide a background for work which will have to be undertaken on the demand for sulphuric acid as distinct from elemental sulphur, and the very large regional disparities in sulphur production and consumption. On the other hand, the policies of various governments at several levels should be coordinated to provide workable strategies and the overall forecast provides a background for coordinating these policies.

Canadian Demand

The consumption of sulphuric acid for the production of fertilizer in Canada is directly related to the importation of phosphate rock. Using an historical series from 1961 to 1981, projections were made of phosphate rock imports[4] and the probable sulphuric acid consumption. An average 0.22 tonnes sulphur equivalent of sulphuric acid was assumed to be used in the digestion of each tonne of phosphate rock.

After fertilizer and other industrial chemicals, pulp and paper manufacture is the most important industry sector consuming sulphur compounds in Canada.

In the pulp and paper industry, there are three major processes for making wood pulp: ground wood, kraft and sulphite. The sulphite process uses more sulphur dioxide per tonne of product than the kraft process which, in turn, uses more than ground wood. Growth of the industry as a whole has been forecast to be 1½ to 2 per cent[5] and the proportion of sulphite pulp is expected to decrease. Under these conditions, a zero growth rate for sulphur dioxide consumption was assumed and annual variations could be expected between 350 and 500 t sulphur equivalent.

Consumption of sulphuric acid in the processing of uranium ore ranges from 0.01 to 0.4 t of acid per tonne of ore, depending on the grade and mineralogy. Each mine in Canada was analyzed as to its forecast production capability and then a forecast of production of ore was made, based on the existing uranium contracts plus a small allowance for new contracts. The mines at Agnew Lake, Beaverlodge and

Madawaska were forecast to close during 1982. The Cluff Lake mine is forecast to expand to commercial size and the Key Lake and Stanleigh mines are forecast to open before 1985. On these assumptions, the consumption of sulphuric acid was forecast to double between 1982 and 1986, and to continue at the higher level into the 1990s.

On an annual basis, sulphur consumption for smelting and refining and other uses has been erratic over the past twenty years, but a trend to growth in the range 21 000 to 27 000 tpy can be clearly demonstrated, using a three year moving average. Considering the size of shipments to these smaller consumers and the acid storage available, the three year average can be defended as a better representation of acid consumption than would be the annual sales of acid.

Tables I and II show that the demand for sulphur will increase in Canada and that the rate of growth will depend mainly on expansions in the fertilizer industry. The additional fertilizer capacity to meet the higher forecast consumption is either planned or under construction, but the utilisation of that capacity will depend largely on the degree of competition mounted by United States' fertilizer producers.

The consumption of sulphuric acid in the production of phosphate fertilizer in the United States, whether the fertilizer is for export or domestic consumption, is directly related to the consumption of phosphate rock. Based on an historical series from 1960 to 1981, a straight line regression analysis of phosphate rock consumption gave in the test of correlation an r-squared of .9432. The consumption of sulphur per tonne of rock has climbed steadily over seven years from 0.18 to 0.22 t sulphur as the average grade of phosphate rock declined from 0.322 P_2O_5 to 0.317 P_2O_5. A continued sulphur consumption rate of 0.22 t per tonne of phosphate rock was assumed until 1990 because, although the trend has been to higher sulphur consumption, the rate of change could not be forecast based on the data available.

The demand projection for the United States which resulted from a "Gompertz" regression analysis of the 1960 to 1981 data (r-squared .9553) is very similar to the straight line analysis. The projected consumption of phosphate rock was 52 349 650 t and 51 859 170 t for the straight line and "Gompertz" analyses respectively for 1991. Therefore, the latter projection was used in the United States' demand Table III.

The growth in demand for sulphur and sulphuric acid by the petroleum refining and other non-fertilizer industries was rapid until 1969, then remained more or less stable until 1977 in spite of the growth in the United States' economy as a whole. Since 1977, the annual consumption has swung wildly as the economic climate stimulated

growth in this sector up to 1979 and declined since then. The potential for growth was shown in 1978 and 1979 and, if the 20 year trend is analysed, a growth rate of some 82 000 tpy of sulphur can be perceived. Projections on that basis are incorporated in the United States' demand Table III.

The growth rate for sulphur-all-forms demand in the United States, developed through these analyses, is somewhat lower than that developed by John Shelton of the United States Bureau of Mines (USBM) in 1981[6], and does not take account of new uses such as sulphur extended asphalt and sulphur concrete. However, relative to the largest consuming sector, phosphate fertilizer, the forecasts are consistent and other differences can be attributed to whether the forecasts are for "upper limits" or "most likely case".

FORECAST SULPHUR PRODUCTION

Canada

The supply of sulphur in Canada depends mainly on the amount recovered during the processing of raw sour gas. There are several trends which will affect the future levels of recovery, especially in Alberta. Since the early 1970s, the new gas wells brought on stream have been mainly sweet and the ratio of sweet gas to sour gas in the total annual production has increased significantly. On a well-by-well basis, the concentration of H_2S declines over the productive life of the reservoir and this also has had an effect on sulphur recovery. The quantities of sulphur made available depend on the amount of raw gas processed which has been about 43 per cent more than is made available for sale, due to process shrinkage and re-injection.

For the forecast of sulphur production from sour natural gas it was assumed that domestic natural gas demand would grow at the rate forecast by the National Energy Board in June 1981[7]. Export sales would be limited by export permits but would likely not reach the limits, so a factor for exports was determined for each year and added to the domestic demand to arrive at a gas availability figure. The proportion of marketable gas to raw gas was assumed to continue at the 1975 to 1981 level. The production of sulphur from existing wells was assumed to continue to decline at the rate observed from 1973 to 1981. The proportion of sour gas to sweet gas in new wells was assumed to be similar to the ratio for production from all wells in 1981. As shown in Table IV, with these assumptions, sour gas in new wells accounts for half the supply in 1989 and more thereafter, yet discovery rates for sweet gas, if high enough, could reduce the contribution from new gas by half. Therefore, the upper 1.5 million t of sulphur production for the years after 1987 are less certain than the base level of about 5.5 million tpy.

With curtailment of the development of the Alsands and Cold Lake projects, only the existing tar sands plants will likely contribute to the sulphur supply before 1991. Some expansion is planned at the existing plants which could bring annual production capability to 500 000 tpy. A gradual increase up to that capacity is forecast to occur, as shown in Table V.

The recovery of sulphur from oil refining in Canada occurs mainly in the Eastern Provinces from the processing of foreign crude oil. A continuation of the current level of processing foreign crude is forecast and therefore there will be no growth in sulphur recovery from that source.

In 1981 and 1982 Canada's base metal smelters have been operating at well below capacity and the sulphur dioxide and sulphuric acid produced has been only a fraction of the capacity of the existing plants. Over the next ten years, the capacity will be increased and an examination of the situation at each smelter was made to determine the likely pace of construction of sulphuric acid plants. On the other hand, metals' production has been below capacity and sulphuric acid production will continue to be tied to the production of copper, lead, zinc and nickel. For the forecast of sulphuric acid and sulphur dioxide from non-ferrous smelters, account was taken of Mineral Policy Sector forecasts of metal production and the limits of sulphuric acid production at each smelter[8].

United States

The forecast recovery of sulphur from oil refining, natural gas and synthetic fuels was arrived at by interpolation and extrapolation of the forecast made by D.G. Rangnow of the Pace Company Consultants to Engineers, Inc. at Sulphur 81[9]. Table VI shows the overwhelming importance of these sources to sulphur supply in the next 10 years.

Considering that the area of Frasch production in the United States has been literally punched full of holes in the search for natural gas, it is unlikely that new reserves will be found. The remaining reserves are some 80 million t and the forecast depletion rate indicates annual production tapering off to about 2 million t by the year 2000 by which time the reserves will be effectively reduced to uneconomic levels.

The recovery of sulphuric acid at non-ferrous smelters will follow the base metal production in the United States. There is little likelihood of growth in this sector based on the presently known reserves and a slow decline in overall production is forecast to commence in the mid- or late-1980s.

Sulphur from other existing facilities (classified as pyrites, hydrogen sulphide and sulphur dioxide) is unlikely to increase beyond the 500 000 t sulphur equivalent achieved in 1979. However, the great unknown is the possible recovery of sulphuric acid, sulphurous acid or marketable sulphur dioxide from thermal power plants. Such recovery will depend largely on the local price of sulphuric acid and this, in turn, will depend on sulphur prices. Considering the current market and the lead times necessary for the process design best suited to particular thermal power plants and coals, the recovery of marketable sulphur products from electric utilities has been forecast at less than 100 000 t for the next six years. On the other hand, the potential for growth and the possibility of high prices by the end of the decade are taken into account by assuming 3 million tpy from this source by the year 2000 and pro-rating the growth back to 1988.

SULPHUR BALANCE 1981-1991

When forecast demand and supply for Canada are compared, as in Table VII, it is seen that the production will be surplus to Canadian needs beyond 1991 but that the surplus will be more or less fixed in size, and growth in exports can be achieved only by drawing down the stockpiles.

In Table VIII, United States demand and supply are compared. A continued dependence on imports is evident but, because of regional market structures, it is probable that exports will continue from the southern states and the deficiency will be made up by imports from Canada and Mexico.

When Canada and the United States are considered together, a projection of offshore exports and changes in stocks can be made. In one possible scenario, exports offshore are held to a minimum 7.15 million tpy and, under the assumption of high growth in demand in Canada, the rate of stockpile withdrawal is calculated. In that scenario, the stocks in Canada and the United States as of December, 1981 would be eliminated by the end of 1991. However, if low growth in Canadian demand is used as an assumption then either exports could increase, as high as 8.15 million t in 1990, or stockpile withdrawals would be lower. In fact, with lower demand growth in Canada and offshore exports held at 7.15 million t, working stockpiles of about 3 million t each would remain in Canada and the United States in 1991.

CANADIAN STRATEGIES

In Canada, mineral rights including production of mineral resources and regulation of mines are vested in the provincial governments. Interprovincial and international trade are federal responsibilities. In the case of long range transport of air pollutants, the federal government has a clear responsibility to protect the Canadian environment through control of the amount of pollutants emitted and in negotiation with other countries to limit the quantity of pollutants unintentionally imported.

Federal responsibility also extends over the general economic well-being of the country. To this end, it works with the provinces on reductions in regional disparities and ways of improving trade.

The problem of acid rain has involved the Canadian government in several ways. Negotiations with the United States on the overall problem led to the "Memorandum of Intent on Transboundary Air Pollution" and the formation of four "Work Groups" which have reported on: Atmospheric Modelling; Emissions, Costs and Engineering Assessment; Impact Assessment; and Strategies Development and Implementation. The negotiations with the United States are ongoing and develop over time in reponse to the political will of the governments in power and the changing economic conditions.

Internally, there is an "Ontario-Canada Task Force on Sulphur Dioxide Reduction at Sudbury Smelters" which addresses the problem at the site where a large part of the sulphur loading in Canada is generated.

A third area where the federal government has an opportunity to aid the provinces and industry is in improving the trade of sulphur products. In January, 1980, "A National Strategy For By-Product Sulphur"[10] was released. This publication described a number of possible strategies which could alleviate problems in selling sulphuric acid. It also described means of ensuring a fair return on sales of elemental sulphur and means of coordinating policies on an international scale to maximize the benefits to all of the countries concerned.

This document was the second step in a series to develop a federal policy on sulphur and sulphuric acid. The third step is now underway and consists of analysis of the strategies suggested, in light of the current and forecast condition of the economy and the industries involved.

Although there are still significant sulphur dioxide emissions at sour gas plants and more stringent controls were imposed in 1981, the current prices of elemental sulphur and the high level of

sulphur capture mean that gas companies no longer find sulphur removal a burden and that they are not the prime targets for pollution control. The industry which is receiving the attention in Canada is non-ferrous smelting, especially in the provinces of Manitoba, Ontario and Quebec, where a number of the large smelters have no capability to capture sulphur dioxide in stack gases and where emissions from some others are unacceptably high. The industry is currently facing a shortage of capital, a depressed metals market and pressure to reduce sulphur dioxide emissions. After the problems of smelter rebuilding, and sulphuric acid plant construction which will require in the order of $1 billion to $2 billion, the smelters are faced with uncertainty about what will be done with the sulphuric acid produced. Their experience has been low and sometimes negative returns on acid after shipping and marketing costs and a large increase in acid sales would threaten to lower prices further.

The forecast in the previous section shows that potentially the problem can be solved if exports remain stable and sulphuric acid can be substituted for elemental sulphur in some areas of North America. The achievement of these objectives will require political and economic cooperation the basis for which must be found in a coordinated provincial, federal and international policy.

REFERENCES

1. B. Boyd: "Sulphur" Mineral Review. Canadian Government Publishing Centre, Hull.

2. Energy, Mines and Resources Canada: "Canadian Minerals Yearbook" (annual).

3. D.E. Morse: "End Uses of Sulphur and Sulphuric Acid in 1981". U.S. Department of the Interior, Washington, D.C. (1982).

4. "Phosphate Rock - An Imported Mineral Commodity". Energy, Mines and Resources, Canada Report MR 193 (Dec 1981).

5. Canadian Forestry Service, Environment Canada: personal communication (1982).

6. J.E. Shelton: "Supply and Demand for Sulphur in the United States". In Sulphur-81: Proceedings of the International Conference, Calgary, (May 1981), p. 81-89.

7. "Canadian Energy - Supply and Demand 1980-2000". National Energy Board (June 1981).

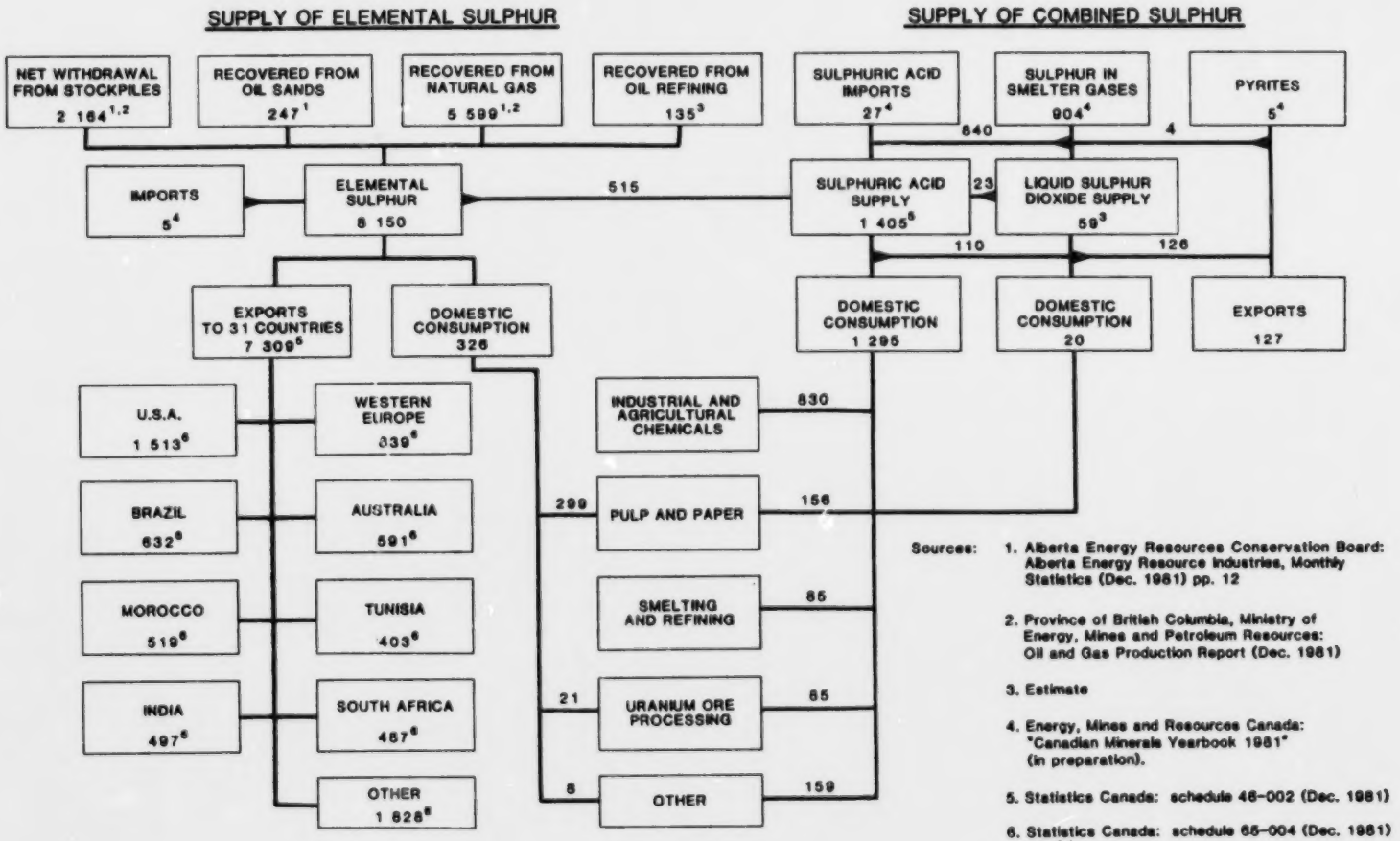
8. "The Non-Fuel Mineral Industry to 1992 - A Quantitative Outlook". Energy, Mines and Resources, Canada (1982).

9. D.G. Rangnow: "United States Outlook for Sulphur Recovery from Hydrocarbons and Synfuels". In Sulphur-81: Proceeedings of the International Conference, Calgary, (May 1981), p. 287-297.

10. G.H.K. Pearse: "A National Strategy for By-Product Sulphur". Energy, Mines and Resources, Canada Report MRI 80/6 (Jan 1980).

FIGURE 1

SULPHUR-ALL-FORMS SUPPLY/END USE RELATIONSHIP, 1981 (Sulphur Content 000 tonnes)



Sources:

1. Alberta Energy Resources Conservation Board: Alberta Energy Resource Industries, Monthly Statistics (Dec. 1981) pp. 12
2. Province of British Columbia, Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources: Oil and Gas Production Report (Dec. 1981)
3. Estimate
4. Energy, Mines and Resources Canada: "Canadian Minerals Yearbook 1981" (in preparation).
5. Statistics Canada: schedule 46-002 (Dec. 1981)
6. Statistics Canada: schedule 65-004 (Dec. 1981) pp. 94.

Table I
Canada, Forecast Demand Sulphur - All-Forms 1981-1991
High Case

Year	Phosphate Rock Imports	Sulphur Demand for Fertilizer	Sulphur Demand for Pulp & Paper	Sulphur Demand for Uranium	Other Uses Demand	Total
			(000 t)			
1981	3 817	830	455	106	250	1 641
1982	3 707	816	500	101	722	2 139
1983	3 839	845	500	98	750	2 193
1984	3 971	873	500	111	777	2 261
1985	4 103	903	500	143	805	2 351
1986	4 235	932	500	164	832	2 428
1987	4 366	961	500	164	860	2 485
1988	4 498	990	500	164	887	2 541
1989	4 630	1 019	500	164	915	2 598
1990	4 762	1 048	500	164	942	2 654
1991	4 894	1 077	500	164	970	2 711

Table II
Canada, Forecast Demand Sulphur - All-Forms 1981-1991
Low Case

Year	Phosphate Rock Imports	Sulphur Demand for Fertilizer	Sulphur Demand for Pulp & Paper	Sulphur Demand for Uranium	Other Uses Demand	Total
			(000 t)			
1981	3 817	830	455	106	250	1 641
1982	3 212	707	350	101	530	1 688
1983	3 240	713	350	98	551	1 712
1984	3 265	718	350	111	572	1 751
1985	3 287	723	350	143	593	1 809
1986	3 305	727	350	164	614	1 855
1987	3 321	731	350	164	636	1 881
1988	3 335	734	350	164	657	1 905
1989	3 347	736	350	164	678	1 928
1990	3 357	739	350	164	699	1 952
1991	3 366	741	350	164	720	1 975

Table III
United States, Forecast Demand Sulphur - All-Forms, 1981-1991

Year	Phosphate Rock Consumption	Sulphur Demand For Fertilizer	Other Uses Demand	Total
		(000 t)		
1981	35 144	7 748	5 037	12 785
1982	30 047	6 611	5 119	11 730
1983	42 793	9 414	5 201	14 615
1984	44 022	9 685	5 283	14 968
1985	45 225	9 950	5 365	15 315
1986	46 402	10 208	5 447	15 655
1987	47 551	10 461	5 529	15 990
1988	48 671	10 708	5 611	16 319
1989	49 763	10 948	5 693	16 641
1990	50 826	11 182	5 775	16 957
1991	51 859	11 409	5 857	17 266
2000[a]		14 000	10 100	24 100

[a] J.E. Shelton: "Supply and Demand for Sulphur in the United States". In Sulphur-81: Proceedings on the International Conference, Calgary (May 1981), p. 81-89.

Table IV
Canada, Production of Sulphur from Natural Gas 1981-1991

Year	Natural Gas Demand	Natural Gas Demand	Raw Gas Supply	Sulphur from Existing Wells	Sulphur from New Wells	Sulphur from Gas
	Petajoules	10^9m^3	10^9m^3	10^3t	10^3t	10^3t
1981	2 755	71.0	97.6	5 599	0	5 599
1982	3 089	79.6	113.7	5 358	924	6 282
1983	3 404	87.7	125.3	5 114	1 590	6 704
1984	3 655	94.2	134.6	4 870	2 124	6 994
1985	3 873	99.9	142.7	4 626	2 589	7 214
1986	4 038	104.1	148.7	4 382	2 933	7 315
1987	4 199	108.2	154.6	4 138	3 272	7 410
1988	4 274	110.2	157.4	3 894	3 433	7 327
1989	4 355	112.2	160.3	3 650	3 599	7 249
1990	4 374	112.7	161.0	3 406	3 639	7 045
1991	4 397	113.3	161.9	3 162	3 691	6 853

Table V
Canada, Production of Sulphur and Sulphuric Acid 1981-1991

Year	From Natural Gas	From Oil Sand	Oil Refining	Elemental Sulphur	Sulphur in Smelter Gas	Total
			(000 t sulphur)			
1981	5 599	247	135	5 981	904	6 885
1982	6 282	310	135	6 727	761	7 488
1983	6 704	330	135	7 169	805	7 974
1984	6 994	351	135	7 480	881	8 361
1985	7 214	372	135	7 721	905	8 626
1986	7 315	394	135	7 844	935	8 779
1987	7 410	415	135	7 960	1 100	9 060
1988	7 327	436	135	7 898	1 100	8 998
1989	7 249	457	135	7 841	1 250	9 091
1990	7 045	479	135	7 659	1 350	9 009
1991	6 853	500	135	7 488	1 350	8 838

Table VI
United States, Production of Sulphur and Sulphuric Acid 1981-1991

Year	From Natural Gas	From Oil Refining	From Synfuels	From Frasch	From Smelters	Other	Total
				(000 t sulphur)			
1981	1 971	2 288	0	6 348	1 159	379	12 145
1982	1 996	2 342	0	5 751	1 100	400	11 589
1983	2 486	2 604	0	5 865	1 200	500	12 655
1984	2 743	2 762	40	5 623	1 200	600	12 968
1985	3 000	2 920	80	5 381	1 200	600	13 181
1986	3 212	2 976	324	5 140	1 200	600	13 452
1987	3 424	3 032	568	4 899	1 100	600	13 623
1988	3 636	3 088	812	4 657	1 100	800	14 093
1989	3 848	3 144	1 056	4 416	1 000	1 000	14 464
1990	4 060	3 200	1 300	4 174	1 000	1 200	14 934
1991	4 272	3 256	1 544	3 932	1 000	1 400	15 404

Table VII
Canada, Production Surplus 1981-1991

Year	Production All-Forms	Demand		Surplus
		Low Case	High Case	
		(000 t sulphur)		
1981	6 885	1 641	1 641	5244
1982	7 488	1 688	2 139	5349 - 5800
1983	7 974	1 712	2 193	5781 - 6262
1984	8 361	1 751	2 261	6100 - 6610
1985	8 626	1 809	2 351	6275 - 6817
1986	8 779	1 855	2 428	6351 - 6924
1987	9 060	1 881	2 485	6575 - 7179
1988	8 998	1 905	2 541	6457 - 7093
1989	9 091	1 928	2 598	6493 - 7163
1990	9 009	1 952	2 654	6355 - 7357
1991	8 838	1 975	2 711	6127 - 6863

Table VIII
United States Net Demand and Canadian Sulphur Availability 1981-1991

Year	United States Demand	United States Production	Imports from Mexico	United States & Canada Stockpile Changes	United States & Canada Offshore Exports
		(000 t)			
1981	12 785	12 145	856	(1601)	7188
1982	11 730	11 589	735	(1212)	7155 - 7606
1983	14 615	12 655	850	(2479)	7150 - 7631
1984	14 968	12 968	850	(2200)	7150 - 7660
1985	15 315	13 181	850	(2159)	7150 - 7692
1986	15 655	13 452	850	(2152)	7150 - 7723
1987	15 990	13 623	850	(2092)	7150 - 7754
1988	16 319	14 093	850	(2069)	7150 - 7786
1989	16 641	14 464	850	(1984)	7150 - 7820
1990	16 957	14 934	850	(1968)	7150 - 8152
1991	17 266	15 404	850	(2035)	7150 - 7886

( ) - decline

[illegible]

[illegible]

PERSPECTIVES DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE AU CANADA

CANADA

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES

OTTAWA

RAPPORT INTERNE DU SECTEUR DE LA POLITIQUE MINÉRALE
MRI 83/1

PERSPECTIVES DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE AU CANADA

par

B.W. Boyd
Secteur de la politique minérale

Juillet 1983

Catalogue No.: M35-2/83-1
ISBN: 0-662-52606-1

RÉSUMÉ

Les gisements de gaz naturel acide et de sulfure métallique posent un défi au Canada: comment tirer avantage du soufre qu'ils contiennent tout en évitant ses effets néfastes. On sait qu'il est possible de stocker facilement et sans inconvénient le soufre élémentaire provenant du gaz naturel, tel qu'en témoignent les réserves de l'Ouest canadien qui sont bien connues de la collectivité industrielle; pour bien assurer la gestion de ces réserves, il faut dresser de bonnes prévisions en vue de maximiser les recettes qui découleront des ventes. Dans le cas des métaux communs, la principale préoccupation de l'industrie consiste à assurer un débouché continu à l'acide sulfurique et à éviter le plus possible de stocker ce produit. Un des rôles du gouvernement fédéral est de proposer, aux gouvernements provinciaux et à l'industrie, une stratégie fondée sur des prévisions réalistes qui aiderait l'industrie des métaux communs à bien fonctionner et l'industrie du soufre en général, à fournir des emplois, à engendrer des capitaux, à continuer de réaliser des bilans commerciaux favorables et ce, tout en prenant des mesures pour protéger l'environnement.

Selon les prévisions du marché aux États-Unis et au Canada, il pourrait s'avérer possible de stabiliser les marchés internes et de maintenir les exportations outre-mer en utilisant les stocks de réserve existants. Le gouvernement souhaiterait voir utiliser les stocks de réserve de manière à minimiser les problèmes inhérents à la commercialisation de l'acide sulfurique provenant des usines de fusion de métaux non ferreux. Parmi les objectifs actuels du gouvernement fédéral figurent la formulation d'une stratégie précise et l'établissement, avec d'autres gouvernements et l'industrie, de rapports qui permettront de coordonner l'adoption de mesures adaptées à cette stratégie.

Le gouvernement participe très activement au débat sur le déplacement des polluants aériens, tout spécialement des composés de soufre, sur de grandes distances. Certaines des études menées sur la question portent sur la production et la commercialisation des sous-produits sulfureux industriels qui contribuent à la pollution de l'atmosphère par le soufre. Les prévisions exposées dans le présent document contribueront à étayer une stratégie que l'on proposera pour traiter la question de l'élimination ou de la commercialisation du soufre obtenu comme sous-produit et des composés de soufre.

Ces prévisions servent une double fin: premièrement, présenter l'évolution que connaîtront vraisemblablement la structure du marché et l'offre de soufre sous toutes ses formes en Amérique du Nord et, deuxièmement, montrer comment il serait possible d'utiliser les stocks de réserve de l'Ouest du Canada et du Sud des États-Unis pour donner suite aux engagements pris en matière d'exportation outre-mer.

Presque tout le soufre produit au Canada est obtenu sous forme de sous-produit, ce qui le soustrait à l'influence du cours du soufre et à celle d'autres facteurs commerciaux. Les prévisions de l'offre de soufre sont donc fondées sur les prévisions des produits primaires, du gaz naturel, du pétrole et des métaux communs. En outre, sa production est limitée à la capacité de production des diverses installations de récupération de soufre, d'acide sulfurique et de bioxyde de soufre.

L'importance de la demande à l'exportation éclipse celle des produits du soufre au Canada, mais la nature distincte du marché de l'acide sulfurique et le caractère régional des marchés font que, pour les gouvernements, la question est des plus difficiles à résoudre.

TABLE DES MATIÈRES

LA STRUCTURE DES MARCHÉS DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE 1
Canada 1
États-Unis 2

PRÉVISION DE LA DEMANDE DE SOUFRE 2
Demande canadienne 2

PRÉVISION DE L'OFFRE DU SOUFRE 4
Canada 4
États-Unis 6

BILAN ANTICIPÉ DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE DE SOUFRE: 1981-1991 7

STRATÉGIES CANADIENNES 8

RÉFÉRENCES 10

FIGURE

Offre et utilisations du soufre sous toutes ses formes, 1981 11

TABLEAUX

1 Prévision de la demande canadienne de soufre sous toutes ses formes, 1981-1991 (Scénario de demande optimale) 12

2 Prévision de la demande canadienne de soufre sous toutes ses formes, 1981-1991 (Scénario de faible demande) 13

3 Prévision de la demande américaine de soufre sous toutes ses formes, 1981-1991 14

4 Production canadienne de soufre des usines de gaz naturel, 1981-1991 15

5 Production canadienne de soufre et d'acide sulfurique, 1981-1991 16

6 Production américaine de soufre et d'acide sulfurique, 1981-1991 17

7 Producion excédentaire canadienne, 1981-1991 18

8 Demande nette des États-Unis et disponibilités de soufre du Canada, 1981-1991 19

LA STRUCTURE DES MARCHÉS DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE

Canada

Au Canada, les plus gros déplacements de soufre vont des usines de production de gaz naturel et des stocks de réserve connexes aux marchés d'exportation outre-mer (figure 1). La majeure partie du soufre est expédiée par Vancouver; il s'agit de soufre élémentaire sous forme de pépites, de granules ou de schiste. Les États-Unis, qui sont notre plus gros client reçoivent les importations de soufre canadien à plusieurs postes de douanes portuaires, principalement sous forme de soufre élémentaire liquide. La rationalisation qu'a connue au cours des huit dernières années le réseau de transport qui permet d'acheminer le soufre jusqu'à Vancouver, et l'incidence économique positive du transport du soufre liquide jusqu'aux États-Unis sont autant de facteurs qui contribuent au bon fonctionnement de ces circuits de distribution. Dans l'Ouest du Canada, la combustion d'une certaine quantité de soufre sert à produire de l'acide sulfurique; la majeure partie de cet acide est destinée à l'industrie des engrais chimiques, mais l'industrie de l'uranium de la Saskatchewan en fait une demande croissante. L'industrie des pâtes et du papier consomme également des quantités importantes de soufre. En effet, le procédé Kraft et le procédé au bisulfite qui permettent de produire et de blanchir les pâtes font appel au bioxyde de soufre et à l'acide sulfurique.

Les gaz de fusion constituent la troisième source de soufre, après les usines de gaz naturel et les réserves de soufre élémentaire. En dépit de la production antérieure de soufre élémentaire de l'usine de l'Inco Limitée située à Thompson et en dépit du programme hydrométallurgique actuel de la fonderie de la Cominco Ltée située à Trail presque tout le soufre provenant des minerais de sulfure extraits au Canada est transformé en bioxyde de soufre par oxydation puis rejeté sous cette forme dans l'atmosphère ou récupéré sous forme de bioxyde de soufre liquide ou d'acide sulfurique. Le bioxyde de soufre liquide peut être soit transformé en acide sulfurique, utilisé par l'industrie des pâtes et du papier, soit vendu aux États-Unis. L'industrie des engrais chimiques est le plus gros consommateur d'acide sulfurique. On sait d'ailleurs, et cela même si aucune donnée distincte n'est prélevée à cette fin, qu'une grande partie de l'acide sulfurique utilisée par l'industrie des produits chimiques est destinée à la production d'engrais phosphatés. Les deux publications fédérales mentionnées au début de la bibliographie comportent une ventilation détaillée, quoique incomplète, de la consommation de l'acide sulfurique au Canada.

Les principaux marchés actuels ont manifestement un faible potentiel d'expansion, mais il y a espoir que des débouchées se multiplient aux États-Unis et que les usines de traitement de l'uranium consomme davantage d'acide sulfurique.

États-Unis

Certaines données statistiques[3] fournies par le gouvernement américain révèlent que, contrairement à la situation canadienne, la majeure partie du soufre produit dans ce pays est destinée aux marchés intérieurs. Les chiffres de production de soufre les plus importants sont ceux des exploitations de type Frasch et ceux des producteurs d'engrais phosphatés qui récupèrent le soufre qui se dégage de l'acide sulfurique utilisée dans leurs procédés industriels. Par le passé, la production de soufre des exploitations de type Frasch, étant donné qu'elle était voulue, pouvait augmenter ou diminuer, selon les besoins des producteurs d'engrais. Toutefois, la proportion croissante du soufre provenant de sources involontaires telles que les usines de gaz naturel et les raffineries de pétrole, et l'épuisement des principaux gisements de soufre ont pour effet d'empêcher les exploitants de réagir avec autant de souplesse face à l'évolution de la demande.

PRÉVISION DE LA DEMANDE DE SOUFRE

La prévision de la demande de soufre sous toutes ses formes sert de base à la planification des analyses qui porteront sur la demande d'acide sulfurique, par opposition à la demande de soufre élémentaire, et sur les écarts régionaux très prononcés que connaissent la production et la consommation de soufre. Par ailleurs, il faudrait coordonner les politiques de divers gouvernements à plusieurs égards pour être en mesure de concevoir des stratégies pratiques, et il importe de noter que les prévisions globales servent de base à la coordination de ces politiques.

Demande canadienne

La consommation d'acide sulfurique du secteur des engrais est, au Canada, directement reliée à l'importation de la roche phosphatée. Pour prévoir les importations de roche phosphatée[4] et la consommation probable d'acide sulfurique, on s'est fondé sur une série de rapports s'étendant de 1961 à 1981. En outre, on a supposé que 0,22 tonne d'équivalent-soufre d'acide sulfurique était nécessaire à la transformation d'une tonne de roche phosphatée.

L'industrie des pâtes et du papier est le secteur industriel qui consomme le plus de composés de soufre au Canada, après l'industrie des engrais et d'autres industries de produits chimiques.

L'industrie des pâtes et du papier utilise trois grands procédés pour fabriquer de la pâte: le procédé mécanique, le procédé Kraft et le procédé au sulfite. Le procédé au sulfite utilise davantage de bioxide de soufre par tonne de pâte qu'en utilise le procédé Kraft, qui en mobilise plus que le procédé mécanique. On s'attend à ce que cette industrie connaisse globalement un taux de croissance de 1,5 à 2 %[5] et à ce que la proportion de pâte obtenue grâce aux procédés au sulfite diminue. Compte tenu de ces facteurs, on a supposé que la consommation de bioxyde de soufre afficherait un taux de croissance nul et que les variations annuelles oscilleraient entre 350 et 500 tonnes d'équivalent-soufre.

La consommation d'acide sulfurique nécessaire au traitement du minerai d'uranium varie de 0,01 à 0,4 tonne d'acide par tonne de minerai, tout dépendant de la qualité et de la minéralogie de celui-ci. Les prévisions ont porté sur la capacité de production et la production de minerai de toutes les mines du Canada; les analystes se sont fondés sur les contrats actuels d'approvisionnement en uranium en ajustant légèrement leurs prévisions pour rendre compte des possibilités de nouveaux contrats. Selon les prévisions, les mines d'Agnew Lake, de Beaverlodge et de Madawaska étaient censées fermer en 1982, celle de Cluff Lake, prendre de l'expansion de façon à réaliser une production commerciale, et celles de Key Lake et de Stanleigh, ouvrir avant 1985. Selon ces prévisions, la demande d'acide est censée doubler au cours de la période 1982-1986 et se maintenir à ce niveau jusqu'au début des années 1990.

La demande annuelle de soufre destinée aux usines de fusion, aux raffineries, aux affineries et à d'autres usages s'est avérée instable au cours des 20 dernières années, mais la consommation recommence à croître, de 21 à 27 000 tonnes par année, comme le prouve nettement le calcul de la moyenne mobile de la consommation étalée sur trois ans. Compte tenu de l'ampleur des expéditions adressées à ces secteurs de faible consommation et compte tenu de la capacité existante de stockage d'acide, la moyenne triennale est plus représentative de la consommation d'acide que le seraient les chiffres de ventes annuels de ce produit.

Les tableaux I et II indiquent que la demande de soufre augmentera vraisemblablement au Canada et que l'évolution de son taux de croissance dépendra principalement de l'expansion de l'industrie des engrais. Les fabricants d'engrais ont déjà prévu ou entamé des travaux en vue d'augmenter leur capacité de production et d'être ainsi en mesure de satisfaire aux besoins accrus anticipés, mais l'utilisation de cette capacité supplémentaire dépendra beaucoup de la performance de leurs concurrents américains.

Aux États-Unis, la consommation d'acide sulfurique destinée à la production des engrais phosphatés, qu'ils soient destinés à l'exportation ou aux marchés intérieurs, est directement reliée à la consommation de roche phosphatée. Une analyse de régression linéaire ayant porté sur les chiffres de consommation de roche phosphatée de 1960 à 1981 a révélé, dans le cadre d'un essai de corrélation, un coefficient r^2 de 0,9432. La consommation de soufre par tonne de roche a augmenté à un rythme uniforme pendant 7 ans, passant de 0,18 à 0,22 tonne de soufre, alors que la teneur moyenne de la roche phosphatée tombait de 0,322 à 0,317 P_2O_5. On a supposé un taux de consommation de 0,22 tonne de soufre par tonne de roche phosphatée jusqu'en 1990, puisque, même si la demande de soufre a tendance à augmenter, les données connues ne permettaient pas de prévoir l'évolution du taux de variation.

L'analyse de la demande américaine faite selon la méthode de régression Gompertz à partir des données de 1960 à 1981 (coefficient r^2 de 0,9553) aboutit à une projection comparable à celle qui résulte de l'analyse de régression linéaire, soit respectivement 51 859 170 tonnes et 52 349 650 tonnes de roches phosphatées, pour 1991. La projection Gompertz a été retenue aux fins du tableau III, qui décrit les prévisions de la demande américaine.

La demande de soufre et d'acide sulfurique enregistrée dans le secteur des raffineries de pétrole et les secteurs industriels autres que l'industrie des engrais a connu une croissance très rapide jusqu'en 1969, puis a connu un taux de croissance plus ou moins stable jusqu'en 1977 en dépit de la croissance économique enregistrée aux États-Unis. Depuis 1977, la courbe des données de consommation annuelles a oscillé violemment, l'activité économique du pays ayant fait progresser ces secteurs jusqu'en 1979, année durant laquelle ils ont amorcé un déclin qui persiste toujours. Leur potentiel de croissance avait déjà été illustré en 1978 et 1979 et, comme le révèle l'analyse des tendances anticipées pour les 20 années étudiées, on peut s'attendre à ce que leur consommation de soufre affiche un taux de croissance de quelque 82 000 tonnes par année. Des projections fondées sur ces chiffres ont été intégrées aux prévisions de la demande américaine (tableau III).

Le taux de croissance de la demande américaine de soufre, sous toutes ses formes, auquel aboutissent ces analyses, est quelque peu inférieur à celui qu'anticipait John Shelton, de l'United States Bureau of Mines, en 1981[6]; en outre, il ne rend pas compte des nouvelles utilisations qui en sont faites, notamment dans la fabrication d'asphalte et de béton additionné de soufre. Il importe de noter toutefois que les prévisions relatives à l'industrie de la fabrication des engrais phosphatés, plus grand consommateur de soufre, sont cohérentes et que les scénarios de "demande optimale" et de "demande vraisemblable" peuvent donner lieu à des écarts.

PRÉVISION DE L'OFFRE DE SOUFRE

Canada

L'offre canadienne de soufre repose principalement sur les quantités de soufre récupérées par les usines de traitement du gaz acide brut. Plusieurs tendances promettent d'influer sur la récupération du soufre, tout spécialement en Alberta. En premier lieu, les nouveaux puits de gaz mis en exploitation depuis le début des années 1970 ont principalement produit du gaz non sulfuré, ce qui a fait augmenter considérablement la proportion de ce gaz par rapport au gaz acide dans la production annuelle globale. En outre, la concentration de H_2S de chaque puits diminue au fil de l'exploitation du réservoir, ce qui influe sur la quantité récupérable de soufre. Autre facteur, les quantités de gaz brut traité, qui sont à l'origine d'une partie de l'offre de soufre, sont de 43 % plus importantes que les quantités mises en vente, ce qui est attribuable aux pertes en cours de traitement et au recyclage.

Quant à la prévision de la production de soufre faite à partir du gaz naturel acide, on a supposé que la demande intérieur de gaz naturel croîtrait au rythme que l'Office national de l'énergie a anticipé en juin 1981[7]. Les ventes à l'exportation seraient limitées par les licences d'exportation mais, comme il est peu probable que ces limites soient atteintes, il s'est avéré nécessaire de rajuster, chaque année, la demande intérieure pour en arriver à prévoir les approvisionnements en gaz. On a supposé que la proportion du gaz pouvant être commercialisé, par rapport au gaz brut serait équivalente aux proportions enregistrées de 1975 à 1981. On a également supposé que la production de soufre des puits actuels conserverait la tendance à la baisse observée de 1973 à 1981, et que la mise en production de nouveaux puits ne changerait pas la proportion gaz acide-gaz non sulfuré qui avait été calculée pour tous les puits en 1981. Selon ces prévisions (tableau IV), le gaz acide provenant des nouveaux puits représente la moitié de l'offre en 1989 et davantage ultérieurement; il faut noter toutefois que si les gisements de gaz non sulfuré nouvellement découverts s'avèrent suffisamment plus nombreux qu'anticipés, ce facteur pourrait réduire de moitié la contribution des nouveaux puits de gaz à la production du soufre. Les prévisions optimales annoncées pour les années ultérieures à 1987, soit une production annuelle de 1,5 million de tonnes de soufre, sont donc moins certaines que les prévisions de base, qui annoncent une production de 5,5 millions de tonnes par année.

Comme les projets Alsands et Cold Lake ont été annulés, seules les usines actuelles de traitement des sables bitumineux contribueront vraisemblablement à l'offre de soufre d'ici 1991. Certains travaux d'expansion prévus à ces usines devraient porter graduellement la capacité de production à 500 000 tonnes par année (tableau V).

Le soufre récupéré lors du raffinage du pétrole au Canada provient principalement du pétrole brut importé par les raffineries des provinces de l'Est. Comme on s'attend à ce que les raffineurs continuent de traiter les mêmes quantités de pétrole brut étranger, les quantités de soufre ainsi récupérées n'augmenteront vraisemblablement pas.

En 1981 et en 1982, les usines de fusion de métaux communs du Canada ont fonctionné à un régime bien inférieur à leur capacité de production, ce qui fait que les quantités de bioxyde de soufre et d'acide sulfurique produites n'ont constitué qu'une fraction de la capacité de production des usines actuelles. On croit que leur capacité de production sera relevée au cours des dix prochaines années et l'on a étudié la situation de chaque usine de fusion pour déterminer la rapidité avec laquelle seraient construites les usines d'acide sulfurique. Par ailleurs, les mines de métaux n'ont pas fonctionné à plein régime et la production de l'acide sulfurique, continuera d'être

liée à la production du cuivre, du plomb, du zinc et du nickel. Pour prévoir la production d'acide sulfurique et de bioxyde de soufre provenant des usines de fusion de métaux non ferreux, on s'est fondé sur les prévisions du Secteur de la politique minérale relatives à la production des métaux et sur les limites de production d'acide sulfurique de chaque usine de fusion[8].

États-Unis

La prévision de la production de soufre réalisée par voie de récupération aux raffineries de pétrole et aux usines de gaz naturel et de carburants de synthèse est le résultat d'interpolations et d'extrapolations faites à partir des prévisions de D.G. Rangnow, de la Pace Company Consultants to Engineers, Inc., publiées dans "Sulphur 1981"[9]. Le tableau VI révèle que ces sources de soufre sont appelées à jouer un rôle prépondérant dans l'offre de ce métal au cours des dix prochaines années.

Puisque la région d'exploitation du procédé Frasch aux Etats-Unis a été littéralement transformée en passoire dans la quête du gaz naturel, il est peu probable que de nouvelles réserves soient découvertes. Quant aux réserves actuelles, elles se chiffrent à quelque 80 millions de tonnes et, selon leur taux de diminution anticipé, leur production annuelle devrait baisser petit à petit pour se chiffrer à environ 2 millions de tonnes par année au plus tard en l'an 2000; leur exploitation aura alors effectivement cessé d'être rentable.

Aux États-Unis, la récupération de l'acide sulfurique aux usines de fusion des métaux non ferreux s'alignera sur la production des métaux communs. D'après la situation des réserves connues à l'heure actuelle, il est peu probable que ce secteur connaisse une expansion; on s'attend d'ailleurs à ce que sa production globale commence à diminuer vers le milieu ou la fin des années 1980.

La production d'équivalent de soufre (soufre obtenu sous forme de pyrites, d'hydrogène sulfuré et de bioxyde de soufre) des autres installations existantes a peu de chance de dépasser les 500 000 tonnes, chiffre enregistré en 1979. Toutefois, la possibilité que les centrales thermiques récupèrent du soufre à partir de l'acide sulfurique, de l'acide sulfureux ou du bioxyde de soufre vendable constitue un élément toujours imprévisible. L'ampleur des quantités de soufre ainsi récupérées sera en grande partie fonction du cours local de l'acide sulfurique, qui lui dépend des prix du soufre. La situation actuelle du marché et les délais de démarrage nécessaires à l'application des procédés qui s'accorderont le mieux avec les particularités des centrales thermiques et des charbons utilisés portent à croire que les quantités de soufre pouvant être commercialisées et récupérées par les services d'énergie électrique devraient totaliser

moins de 100 000 tonnes par année au cours des six prochaines années. Par ailleurs, lorsqu'on tient compte du potentiel de croissance et des possibilités de hausse de prix susceptibles de se concrétiser d'ici la fin de la décennie, on suppose que cette source de soufre produira 3 millions de tonnes par année d'ici l'an 2000 et que cette production sera répartie proportionnellement à partir de 1988.

BILAN ANTICIPÉ DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE DE SOUFRE: 1981-1991

La comparaison des prévisions de l'offre et de la demande de soufre du Canada (tableau VII) révèle que notre pays connaîtra vraisemblablement un excédent de production au-delà de 1991, mais aussi que l'ampleur de cet excédent sera plus ou moins stable et que l'on ne pourra accroître nos exportations qu'en mettant nos stocks de réserve à contribution.

Le tableau VIII permet de comparer l'offre et la demande aux États-Unis. Ce tableau fait ressortir la dépendance continue de ce pays à l'égard des importations mais, en raison de la structure de ses marchés régionaux, il se peut que les États du Sud poursuivent leurs exportations et que les besoins de soufre ressentis dans les autres régions soient comblés à partir d'importations d'origines canadienne et mexicaine.

L'examen simultané du Canada et des États-Unis permet de prévoir plus aisément les exportations et l'évolution des stocks. Dans un premier scénario, on limite à un minimum de 7,15 millions de tonnes par année les exportations et l'on calcule le taux de réduction des stocks en supposant une forte croissance de la demande canadienne. En vertu de ce scénario, les stocks canadiens et américains tels que connus en décembre 1981 seraient totalement épuisés à la fin de 1991. Par contre, un autre scénario anticipant un faible taux de croissance de la demande canadienne permettrait soit d'augmenter les exportations, qui pourraient atteindre 8,15 millions de tonnes en 1990, soit de ralentir la réduction des stocks. En fait, un scénario anticipant un faible taux de croissance de la demande canadienne et limitant à 7,15 millions de tonnes les exportations permettraient vraisemblablement au Canada et aux États-Unis de maintenir respectivement leurs stocks actifs à environ 3 millions de tonnes en 1991.

STRATÉGIES CANADIENNES

Au Canada, la gestion des droits miniers, notamment en ce qui a trait à la production des ressources minérales et à la réglementation des mines, relève des gouvernements provinciaux. Par contre, le commerce interprovincial et le commerce international est du ressort du gouvernement fédéral. En ce qui concerne le déplacement des polluants aériens sur de grandes distances, c'est nettement au gouvernement fédéral qu'il incombe de protéger l'environnement canadien en contrôlant les émissions de polluants et en menant, avec d'autres pays, des négociations en vue de limiter les quantités de polluants importées involontairement.

La responsabilité du gouvernement fédéral englobe également le bien-être économique général du pays. Aussi collabore-t-il avec les provinces afin d'amoindrir les disparités régionales et de trouver des moyens d'améliorer le commerce.

Le gouvernement fédéral a pris part de plusieurs façons au dossier des pluies acides. Des négociations tenues avec les États-Unis au sujet de la question ont abouti au "Memorandum of Intent on Transboundary Air Pollution" et à la création de quatre "groupes de travail" chargés respectivement d'étudier la modélisation des déplacements atmosphériques, d'évaluer les émissions de polluants, les coûts et les aspects techniques, d'évaluer les répercussions environnementales et de concevoir et appliquer des stratégies. Les négociations canado-américaines, qui se poursuivent, évoluent en fonction de la volonté politique des gouvernants et en fonction de l'activité économique.

Sur le plan interne, l'"Ontario-Canada Task force on Sulphur Dioxide Reduction at Sudbury Smelters" étudie le problème des polluants à l'emplacement des usines de fusion de Sudbury, qui sont à l'origine d'une grande partie des émissions de soufre au Canada.

Le gouvernement fédéral a l'occasion de jouer un troisième rôle au service des provinces et de l'industrie en favorisant l'amélioration du commerce des produits du soufre. En janvier 1980, le gouvernement a rendu public un document intitulé "A National Strategy For By-Product Sulphur"[10], dans lequel il proposait un certain nombre de stratégies en vue d'amoindrir les problèmes inhérents à la vente de l'acide sulfurique. Il y décrivait également des moyens de tirer des recettes raisonnables de la vente du soufre élémentaire, et des moyens de coordonner des politiques à l'échelle internationale en vue de maximiser les bénéfices rapportés à tous les pays intéressés.

La préparation de ce document constituait la deuxième d'une série d'étapes inscrites dans la formulation d'une politique fédérale en matière de soufre et d'acide sulfurique. La troisième étape, que le gouvernement est en train de franchir, consiste à analyser les stratégies proposées en tenant compte de la situation actuelle de l'économie et des industries intéressées et aussi des perspectives économiques et industrielles.

Quoique les usines de gaz acide émettent encore des quantités importantes de bioxyde de soufre dans l'atmosphère et que des normes de contrôle strictes aient été imposées en 1981, le prix actuel du soufre élémentaire et le taux élevé de récupération de soufre que connaissent les sociétés productrices de gaz font que ces sociétés ne considèrent plus l'élimination du soufre comme un fardeau et qu'elles ont cessé d'être la principale cible des mesures de contrôle en matière de pollution. Ce sont maintenant les usines de fusion des métaux non ferreux qui sont soumises à une attention particulière tout spécialement au Manitoba, en Ontario et au Québec, où un certain nombre de grandes usines de fusion ne sont pas encore en mesure de réduire suffisamment la teneur en bioxyde de soufre de leurs rejets gazeux et où un certain nombre d'autres usines ont un dossier d'émission inadmissible. À l'heure actuelle, cette industrie doit faire face à un manque de capital, à une situation languissante du marché des métaux et subir les pressions des parties désireuses de lui faire réduire ses émissions de bioxyde de soufre. Aux problèmes que présentent la réfection des usines de fusion et la construction des usines de production d'acide sulfurique, qui mobiliseront de 1 à 2 milliards de dollars, s'ajoute maintenant la difficulté de trouver des débouchés certains à l'acide sulfurique. Jusqu'à maintenant, les frais d'expédition et de commercialisation propres aux ventes d'acide ont fait de celles-ci une entreprise peu rentable qui s'est même parfois soldée par des échecs; en outre, une augmentation considérable des ventes de ce produit risquerait d'en faire baisser davantage le prix.

Selon les prévisions énoncées dans la section précédente, il serait possible de résoudre le problème en maintenant les exportations à un niveau stable et en substituant l'acide sulfurique au soufre élémentaire dans certaines régions de l'Amérique du Nord. Pour réaliser ces objectifs, les intéressés devront faire preuve de coopération tant politique qu'économique, ce que permettrait l'application d'une politique à composantes provinciales, fédérales et internationales bien coordonnées.

RÉFÉRENCES

1. Boyd, B., Revue de l'industrie minérale du Canada, "Le soufre", Centre d'édition du Gouvernement du Canada, Hull, 1982.

2. Énergie, Mines et Ressources Canada, "Annuaire des minéraux du Canada" (publication annuelle).

3. Morse, D.E., "End Uses of Sulphur and Sulphuric Acid in 1981", U.S. Department of the Interior, Washington, D.C., 1982.

4. Énergie, Mines et Ressources Canada, "Roche phosphatée - un produit minéral importé", Bulletin minéral MR 193, décembre 1981.

5. Service canadien des forêts, Environnement Canada, renseignements personnels, 1982.

6. Shelton, J.E., "Supply and Demand for Sulphur in the United States", dans "Sulphur-81", Proceedings of the International Conference, Calgary, mai 1981, pages 81-89.

7. Office national de l'énergie, "L'énergie au Canada - l'offre et la demande de 1980 à l'an 2000", juin 1981.

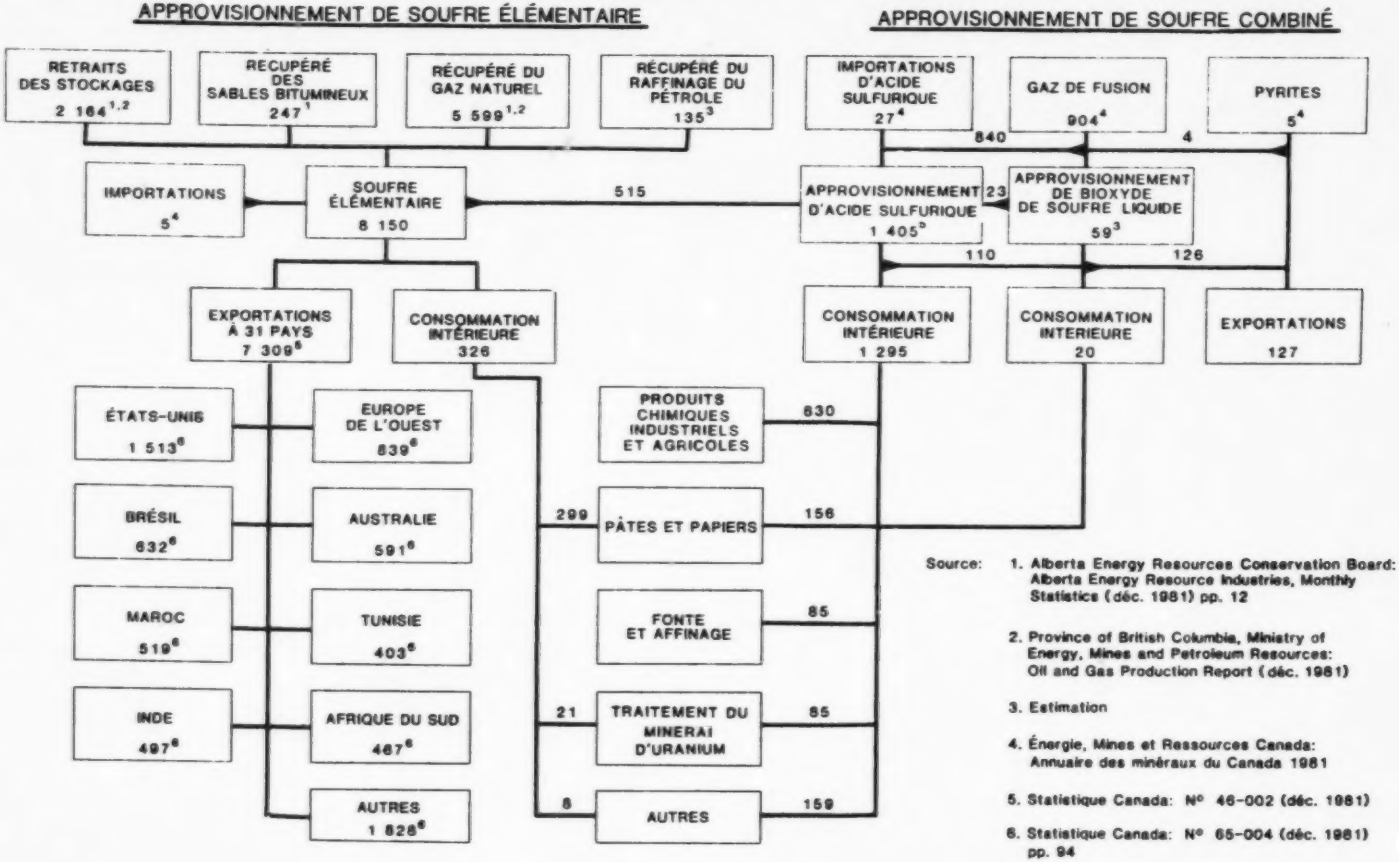
8. Énergie, Mines et Ressources Canada, "L'industrie des minéraux non combustibles jusqu'en 1992 - une perspective quantitative", Canada, 1982.

9. Rangnow, D.G., "United States Outlook for Sulphur Recovery from Hydrocarbons and Synfuels", dans "Sulphur-81", Proceedings of the International Conference, Calgary, mai 1981, pp. 287-297.

10. Pearse, G.H.K., "A National Strategy for By-Product Sulphur", Énergie, Mines et Ressources Canada, Rapport interne MRI 80/6, janvier 1980.

FIGURE 1

SOUFRE TOUTES FORMES, APPROVISIONNEMENT PAR RAPPORT A LA CONSOMMATION, 1981
(milliers de tonnes d'équivalent de soufre)



Source:
1. Alberta Energy Resources Conservation Board: Alberta Energy Resource Industries, Monthly Statistics (déc. 1981) pp. 12
2. Province of British Columbia, Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources: Oil and Gas Production Report (déc. 1981)
3. Estimation
4. Énergie, Mines et Ressources Canada: Annuaire des minéraux du Canada 1981
5. Statistique Canada: N° 46-002 (déc. 1981)
6. Statistique Canada: N° 65-004 (déc. 1981) pp. 94

Tableau I
Prévision de la demande canadienne de soufre sous toutes ses formes, 1981-1991
Scénario de demande optimale

Année	Importations de roche phosphatée	Demande de soufre, industrie des engrais	Demande de soufre, industrie des pâtes et papier	Demande de soufre, industrie de l'uranium	Autres fins	Total
			(en milliers de tonnes)			
1981	3 817	830	455	106	250	1 641
1982	3 707	816	500	101	722	2 139
1983	3 839	845	500	98	750	2 193
1984	3 971	873	500	111	777	2 261
1985	4 103	903	500	143	805	2 351
1986	4 235	932	500	164	832	2 428
1987	4 366	961	500	164	860	2 485
1988	4 498	990	500	164	887	2 541
1989	4 630	1 019	500	164	915	2 598
1990	4 762	1 048	500	164	942	2 654
1991	4 894	1 077	500	164	970	2 711

Tableau II

Prévision de la demande canadienne de soufre sous toutes ses formes, 1981-1991

Scénario de faible demande

Année	Importations de roche phosphatée	Demande de soufre, industrie des engrais	Demande de soufre, industrie des pâtes et papier	Demande de soufre, industrie de l'uranium	Autres fins	Total
			(en milliers de tonnes)			
1981	3 817	830	455	106	250	1 641
1982	3 212	707	350	101	530	1 688
1983	3 240	713	350	98	551	1 712
1984	3 265	718	350	111	572	1 751
1985	3 287	723	350	143	593	1 809
1986	3 305	727	350	164	614	1 855
1987	3 321	731	350	164	636	1 881
1988	3 335	734	350	164	657	1 905
1989	3 347	736	350	164	678	1 928
1990	3 357	739	350	164	699	1 952
1991	3 366	741	350	164	720	1 975

Tableau III

Prévision de la demande américaine de soufre sous toutes ses formes, 1981-1991

Année	Consommation de roche phosphatée	Demande de soufre, industrie des engrais	Autres fins	Total
		(en milliers de tonnes)		
1982	30 047	6 611	5 119	11 730
1983	42 793	9 414	5 201	14 615
1984	44 022	9 685	5 283	14 968
1985	45 225	9 950	5 365	15 315
1986	46 402	10 208	5 447	15 655
1987	47 551	10 461	5 529	15 990
1988	48 671	10 708	5 611	16 319
1989	49 763	10 948	5 693	16 641
1990	50 826	11 182	5 775	16 957
1991	51 859	11 409	5 857	17 266

[a] Shelton, J.E., "Supply and Demand for Sulphur in the United States", dans "Sulphur-81", Proceeding of the International Conference, Calgary, mai 1981, pp. 81-89.

Tableau IV

Production canadienne de soufre des usines de gaz naturel, 1981-1991

Année	Demande de gaz naturel	Demande de gaz naturel	Offre de gaz brut	Soufre provenant des puits existants	Soufre provenant de nouveaux puits	Soufre extrait du gaz
	Pétajoules	$10^9 m^3$	$10^9 m^3$	$10^3 t$	$10^3 t$	$10^3 t$
1981	2 755	71.0	97.6	5 599	0	5 599
1982	3 089	79.6	113.7	5 358	924	6 282
1983	3 404	87.7	125.3	5 114	1 590	6 704
1984	3 655	94.2	134.6	4 870	2 124	6 994
1985	3 873	99.9	142.7	4 626	2 589	7 214
1986	4 038	104.1	148.7	4 382	2 933	7 315
1987	4 199	108.2	154.6	4 138	3 272	7 410
1988	4 274	110.2	157.4	3 894	3 433	7 327
1989	4 355	112.2	160.3	3 650	3 599	7 249
1990	4 374	112.7	161.0	3 406	3 636	7 045
1991	4 397	113.3	161.9	3 162	3 691	6 853

Tableau V
Production canadienne de soufre et d'acide sulfurique, 1981-1991

Année	Usines de gaz naturel	Usines de traitement des sables bitumineux	Raffineries de pétrole	Soufre élémentaire	Soufre contenu dans les gaz de fusion	Total
			(en milliers de tonnes de soufre)			
1981	5 599	247	135	5 981	904	6 885
1982	6 282	310	135	6 727	761	7 488
1983	6 704	330	135	7 169	805	7 974
1984	6 994	351	135	7 480	881	8 361
1985	7 214	372	135	7 721	905	8 626
1986	7 315	394	135	7 844	935	8 779
1987	7 410	415	135	7 960	1 100	9 060
1988	7 327	436	135	7 898	1 100	8 998
1989	7 249	457	135	7 841	1 250	9 091
1990	7 045	479	135	7 659	1 350	9 009
1991	6 853	500	135	7 488	1 350	8 838

Tableau VI

Production américaine de soufre et d'acide sulfurique, 1981-1991

Année	Usines de gaz naturel	Raffineries de pétrole	Usines de carburants de synthèse	Exploitations de type Frasch	Usines de fusion	Autres	Total
			(en milliers de tonnes de soufre)				
1981	1 971	2 288	0	6 348	1 159	379	12 145
1982	1 996	2 342	0	5 751	1 100	400	11 589
1983	2 486	2 604	0	5 865	1 200	500	12 655
1984	2 743	2 762	40	5 623	1 200	600	12 968
1985	3 000	2 920	80	5 381	1 200	600	13 181
1986	3 212	2 976	324	5 140	1 200	600	13 452
1987	3 424	3 032	568	4 899	1 100	600	13 623
1988	3 636	3 088	812	4 657	1 100	800	14 093
1989	3 848	3 144	1 056	4 416	1 000	1 000	14 464
1990	4 060	3 200	1 300	4 174	1 000	1 200	14 934
1991	4 272	3 256	1 544	3 932	1 000	1 400	15 404

Tableau VII
Production excédentaire canadienne, 1981-1991

Année	Production de soufre sous toutes ses formes	Demande		Excédent
		Scénario de faible demande	Scénario de demande optimale	
	(en milliers de tonnes de soufre)			
1981	6 885	1 641	1 641	5244
1982	7 488	1 688	2 139	5349 - 5800
1983	7 974	1 712	2 193	5781 - 6262
1984	8 361	1 751	2 261	6100 - 6610
1985	8 626	1 809	2 351	6275 - 6817
1986	8 779	1 855	2 428	6351 - 6924
1987	9 060	1 881	2 485	6575 - 7179
1988	8 998	1 905	2 541	6457 - 7093
1989	9 091	1 928	2 598	6493 - 7163
1990	9 009	1 952	2 654	6355 - 7357
1991	8 838	1 975	2 711	6127 - 6863

Tableau VIII

Demande nette des États-Unis et disponibilités de soufre du Canada, 1981-1991

Année	Demande américaine	Production américaine	Importations d'origine mexicaine	États-Unis et Canada	
				Évolution des stocks	Exportations Outre-mer
	(en milliers de tonnes)				
1981	12 785	12 145	856	(1601)	7188
1982	11 730	11 589	725	(1212)	7155 - 7606
1983	14 615	12 655	850	(2479)	7150 - 7631
1984	14 968	12 968	850	(2200)	7150 - 7660
1985	15 315	13 181	850	(2159)	7150 - 7692
1986	15 655	13 452	850	(2152)	7150 - 7723
1987	15 990	13 623	850	(2092)	7150 - 7754
1988	16 319	14 093	850	(2069)	7150 - 7786
1989	16 641	14 464	850	(1984)	7150 - 7820
1990	16 957	14 934	850	(1968)	7150 - 8152
1991	17 266	15 404	850	(2035)	7150 - 7886

( ): diminution